

三 自然科学分析

1. 放射性炭素年代測定

パレオ・ラボ AMS 年代測定グループ

伊藤 茂・佐藤正教・廣田正史・山形秀樹・小林紘一

Zaur Lomtadze・黒沼保子

(1) はじめに

長崎県対馬市の越高遺跡で出土した試料について、加速器質量分析法（AMS法）による放射性炭素年代測定を行った

(2) 試料と方法

試料は、A地点の炉跡から出土した炭化材（試料 No. KST2017-0001）と、B地点の包含層から出土した炭化材（試料 No. KST2017-0002）の2点である。どちらも形状は破片で、最終形成年輪は残存しておらず、部位不明であった。

測定試料の情報、調製データは表4のとおりである。試料は調製後、加速器質量分析計（パレオ・ラボ、コンパクト AMS：NEC 製 1.5SDH）を用いて測定した。得られた¹⁴C濃度について同位体分別効果の補正を行った後、¹⁴C年代、暦年代を算出した。

第4表 測定試料および処理

測定番号	遺跡データ	試料データ	前処理
PLD-35606	調査区：A地点 遺構：炉跡 試料 No. KST2017-0001	種類：炭化材（針葉樹） 試料の性状：最終形成年輪以外、部位不明 状態：dry	超音波洗浄 有機溶剤処理：アセトン 酸・アルカリ・酸洗浄（塩酸： 1.2N、水酸化ナトリウム：1.0N、 塩酸：1.2N）
PLD-35605	調査区：B地点 層位：包含層 試料 No. KST2017-0002	種類：炭化材（針葉樹？） 試料の性状：最終形成年輪以外、部位不明 状態：dry	超音波洗浄 有機溶剤処理：アセトン 酸・アルカリ・酸洗浄（塩酸： 1.2N、水酸化ナトリウム：1.0N、 塩酸：1.2N）

(3) 結果

表5に、同位体分別効果の補正に用いる炭素同位体比（ $\delta^{13}\text{C}$ ）、同位体分別効果の補正を行って暦年較正に用いた年代値と較正によって得られた年代範囲、慣用に従って年代値と誤差を丸めて表示した¹⁴C年代、第24図に暦年較正結果をそれぞれ示す。暦年較正に用いた年代値は下1桁を丸めていない値であり、今後暦年較正曲線が更新された際にこの年代値を用いて暦年較正を行うために記載した。

¹⁴C年代はAD1950年を基点にして何年前かを示した年代である。¹⁴C年代（yrBP）の算出には、¹⁴Cの半減期としてLibbyの半減期5568年を使用した。また、付記した¹⁴C年代誤差（ $\pm 1\sigma$ ）は、測定の統計誤差、標準偏差等に基づいて算出され、試料の¹⁴C年代がその¹⁴C年代誤差内に入る確率が68.2%であることを示す。

なお、暦年較正の詳細は以下のとおりである。

暦年較正とは、大気中の¹⁴C濃度が一定で半減期が5568年として算出された¹⁴C年代に対し、過去の宇宙線強度や地球磁場の変動による大気中の¹⁴C濃度の変動、および半減期の違い（¹⁴Cの半減期5730 ± 40年）を較正して、より実際の年代値に近いものを算出することである。

¹⁴C年代の暦年較正にはOxCal4.3（較正曲線データ：IntCal13）を使用した。なお、1σ暦年代範囲は、OxCalの確率法を使用して算出された¹⁴C年代誤差に相当する68.2%信頼限界の暦年代範囲であり、同様に2σ暦年代範囲は95.4%信頼限界の暦年代範囲である。カッコ内の百分率の値は、その範囲内に暦年代が入る確率を意味する。グラフ中の縦軸上の曲線は¹⁴C年代の確率分布を示し、二重曲線は暦年較正曲線を示す。

第5表 放射性炭素年代測定および暦年較正結果

測定番号	δ ¹³ C (‰)	暦年較正用年代 (yrBP ± 1σ)	¹⁴ C年代 (yrBP ± 1σ)	¹⁴ C年代を暦年代に較正した年代範囲	
				1σ暦年代範囲	2σ暦年代範囲
PLD-35606 試料No. KST2017-0001	-26.01 ± 0.17	6031 ± 22	6030 ± 20	4964-4899 cal BC (59.3%) 4865-4854 cal BC (8.9%)	4994-4848 cal BC (95.4%)
PLD-35605 試料No. KST2017-0002	-27.97 ± 0.18	6211 ± 22	6210 ± 20	5221-5205 cal BC (13.6%) 5166-5077 cal BC (54.6%)	5289-5244 cal BC (7.4%) 5231-5196 cal BC (20.1%) 5180-5062 cal BC (67.9%)

(4) 考察

以下、各試料の暦年較正結果のうち2σ暦年代範囲（確率95.4%）に着目して結果を整理する。

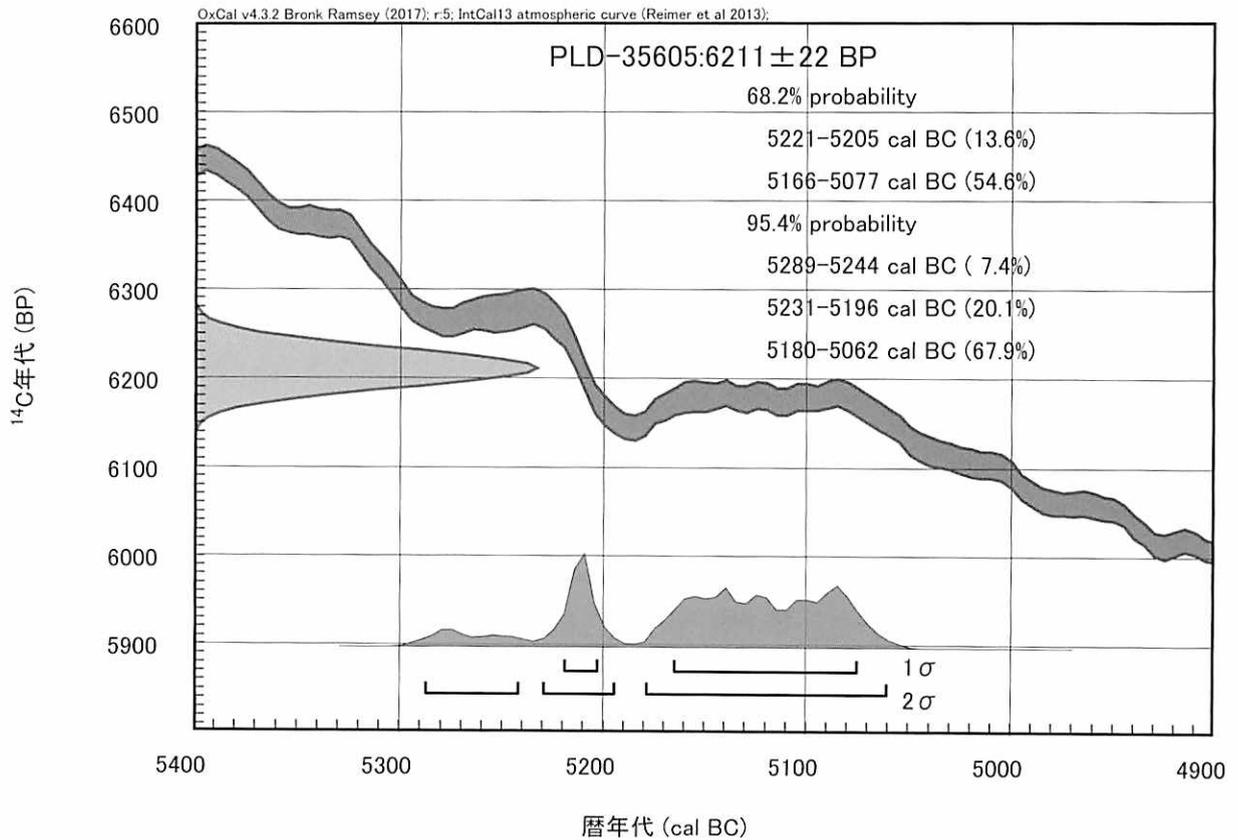
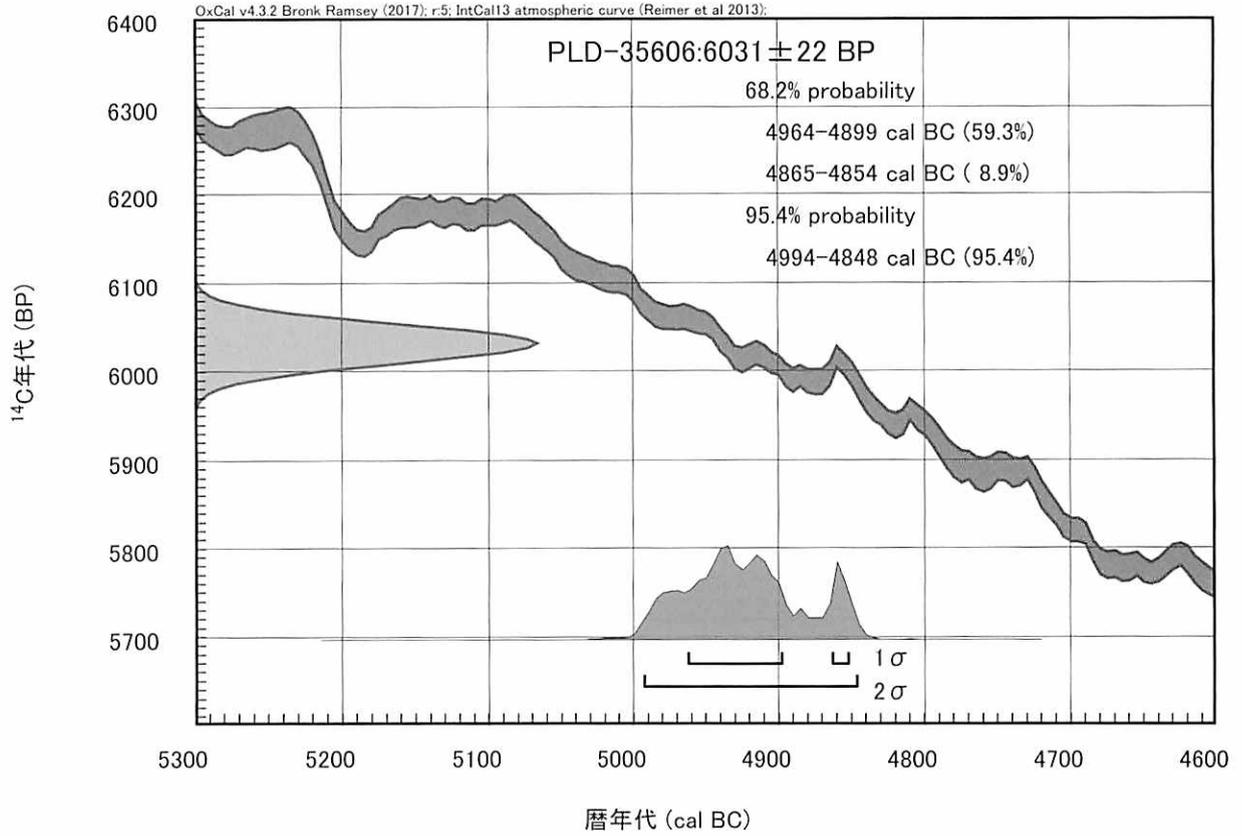
A地点の炉跡から出土した炭化材（試料No. KST2017-0001:PLD-35606）は、4994-4848 cal BC（95.4%）であった。

B地点の包含層から出土した炭化材（試料No. KST2017-0002:PLD-35605）は、5289-5244 cal BC（7.4%）、5231-5196 cal BC（20.1%）、5180-5062 cal BC（67.9%）であった。

木材は最終形成年輪部分を測定すると枯死もしくは伐採年代が得られるが、内側の年輪を測定すると内側であるほど古い年代が得られる（古木効果）。試料は2点とも最終形成年輪が残存しておらず、残存している最外年輪のさらに外側にも年輪が存在していたはずである。したがって、年代測定の結果が古木効果の影響を受け、木材が枯死もしくは伐採された年代よりもやや古い年代を示している可能性がある。

参考文献

- Bronk Ramsey, C. (2009) Bayesian Analysis of Radiocarbon dates. *Radiocarbon*, 51(1), 337-360.
- 中村俊夫 (2000) 放射性炭素年代測定法の基礎. 日本先史時代の¹⁴C年代編集委員会編「日本先史時代の¹⁴C年代」:3-20, 日本第四紀学会.
- Reimer, P.J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C., Buck, C.E., Cheng, H., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Hallidason, H., Hajdas, I., Hatte, C., Heaton, T.J., Hoffmann, D.L., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kaiser, K.F., Kromer, B., Manning, S.W., Niu, M., Reimer, R.W., Richards, D.A., Scott, E.M., Southon, J.R., Staff, R.A., Turney, C.S.M., and van der Plicht, J. (2013) IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0-50,000 Years cal BP. *Radiocarbon*, 55(4), 1869-1887.



第 24 図 曆年較正結果

2. 対馬越高遺跡出土炭化物の¹⁴C年代測定

小林謙一・山形大学YU-AMSグループ

(1) はじめに

対馬越高遺跡出土炭化物試料3点に対して、加速器質量分析法(AMS法)による放射性炭素(¹⁴C)年代測定をおこなった。熊本大学小畑研究室が調査時に採取した試料を小林に郵送し、小林が分取して国立歴史民俗博物館年代測定実験室にて前処理したものを、山形大学YU-AMSグループにAMS測定を委託した。

(2) 試料と方法

以下に試料情報を示す。すべて炭化材片と考えられるが、樹種や部位などは土壤にまみれ明瞭には観察できなかった。NSTK54Aは黒曜石剥片および無紋胴部小破片と同梱されていた広葉樹樹幹の材片、NSTK66Bは無紋胴部破片と接する状態で取り上げられていた土壤中に包含されていた。試料記号はNSTK(NSは長崎県、Tは対馬、Kは越高の略号)とした。

試料番号	出土区	種類	時代	土器型式	備考
NSTK54A	A地点調査区東側	炭化材	新石器早期	隆起文(無紋)	土器に伴う炭化材?
NSTK66B	B地点調査区平面	炭化材	新石器早期	隆起文	土器に伴う炭化材?
NSTK100A	A地点調査区東側	炭化材	新石器早期	隆起文	炭化材?(広葉樹?)

(3) 結果

前処理は、下記の手順で小林がおこなった。

アセトン中で5分間の超音波洗浄を行った後、クロロホルムとメタノールを容量2対1で混合した溶媒(CM混液)による60分間の還流を2回おこなった。次いで、アセトン中で5分間の超音波洗浄を1回行った。この操作で、油分や接着剤などの成分が除去されたと判断できる。

酸-アルカリ-酸(AAA: Acid Alkali Acid)処理により不純物を化学的に取り除く。その後、超純水で中性になるまで希釈し、乾燥させる。AAA処理における酸処理では、1mol/l(1M)の塩酸(HCl)を用いて60分2回、アルカリ処理では1Mの水酸化ナトリウム(NaOH)水溶液を用いて60分を6回、その後酸により中和のための処理をおこなった上で純水による洗浄をおこなって中性になることを確認した。下記に前処理による試料の回収率を記す。54Aおよび100Aは炭化物としては試料の回収率が低く遺存状態がやや不良であったと見なされる。土壤が含まれていたためと思われるが、前処理の結果除去できていると判断できる。

試料名	採取量	処理量	回収量	回収率
NSTK-54A	629mg	204mg	14.75mg	7.2%
NSTK-66B	154mg	92mg	29.77mg	32.4%
NSTK-100A	300mg	62mg	4.31mg	7.0%

回収した試料について山形大学(測定機関番号YU)にてAMS測定をおこなった。

元素分析計、質量分析計、ガラス真空ラインより構成されるグラファイト調整システムにてグラファイト化をおこなった。この際のEA使用量(処理で使用した量)、ガラスラインで回収した炭素量(回収したCO₂量より計算)、二酸化炭素化ガス精製時の炭素回収率は下記の通りとなり、年代測定に適

した試料であったと評価できる。

試料名	EA 使用量	ガラスラインで回収した炭素量	炭素回収率
NSTK-54A	3.286 mg	0.940 mg	28.6%
NSTK-66B	3.275 mg	1.149 mg	35.1%
NSTK-100A	2.761 mg	0.370 mg	13.4%

その後、山形大学高精度加速器測定センター総合研究所 1 階に設置した加速器質量分析計 (YU-AMS : NEC 製 1.5SDH) を用いて放射性炭素年代を測定した。得られた ^{14}C 濃度について同位体分別効果の補正を行った後、 ^{14}C 年代、較正暦年代を算出した。

下記に、サンプルの放射性炭素年代測定及び暦年較正の結果を示す。同位体分別効果の補正に用いる炭素同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$)、同位体分別効果の補正を行って暦年較正に用いた年代値、慣用に従って年代値と誤差を丸めて表示した ^{14}C 年代、 ^{14}C 年代を暦年代に較正した年代範囲を示す。暦年較正に用いた年代値は下 1 桁を丸めていない値であり、今後暦年較正曲線が更新された際にこの年代値を用いて暦年較正を行うために記載した。

放射性炭素年代測定及び暦年較正の結果

ラボコード	測定試料名	試料	$\delta^{13}\text{C}$	暦年較正用	yr ^{14}C BP
YU-7061	NSTK-54A	3.286mg	-27.33 ± 0.31	6004 ± 27	6005 ± 25
YU-7062	NSTK-66B	3.275mg	-29.30 ± 0.31	6230 ± 28	6230 ± 30
YU-7063	NSTK-100A	2.761mg	-21.81 ± 0.29	6197 ± 29	6195 ± 30

YU-7061 NSTK-54A

1 σ 暦年代範囲	4934BC (68.2%)	4848BC
2 σ 暦年代範囲	4982BC (93.7%)	4829BC , 4815BC (1.7%) 4806BC
1 σ 暦年代範囲	6883BP (68.2%)	6797BP
2 σ 暦年代範囲	6931BP (93.7%)	6778BP , 6764BP (1.7%) 6755BP

YU-7062 NSTK-66B

1 σ 暦年代範囲	5297BC (60.8%)	5207BC, 5145BC (2.6%) 5139BC, 5093BC (4.9%) 5082BC
2 σ 暦年代範囲	5302BC (61.2%)	5202BC, 5173BC (34.2%) 5072BC
1 σ 暦年代範囲	7246BP (60.8%)	7156BP, 7094BP (2.6%) 7088BP, 7042BP (4.9%) 7031BP
2 σ 暦年代範囲	7251BP (61.2%)	7151BP, 7122BP (34.2%) 7021BP

YU-7063 NSTK-100A

1 σ 暦年代範囲	5214BC (6.5%)	5205BC, 5168BC (61.7%) 5076BC
2 σ 暦年代範囲	5286BC (1.7%)	5269BC, 5230BC (93.7%) 5048BC
1 σ 暦年代範囲	7163BP (6.5%)	7154BP, 7117BP (61.7%) 7025BP
2 σ 暦年代範囲	7235BP (1.7%)	7218BP, 7179BP (93.7%) 6997BP

(4) 年代的考察

^{14}C 年代はAD1950年を基点にして何年前かを示した年代である。 ^{14}C 年代 (yrBP) の算出には、 ^{14}C の半減期としてLibbyの半減期5568年を使用した。また、付記した ^{14}C 年代誤差 ($\pm 1\sigma$) は、測定の実験誤差、標準偏差等に基づいて算出され、試料の ^{14}C 年代がその ^{14}C 年代誤差内に入る確率が68.2%であることを示す。なお、暦年較正の詳細は以下のとおりである。暦年較正とは、大気中の ^{14}C 濃度が一定で半減期が5568年として算出された ^{14}C 年代に対し、過去の宇宙線強度や地球磁場の変動による大気中の ^{14}C 濃度の変動、及び半減期の違い (^{14}C の半減期 5730 ± 40 年) を較正して、より実際の年代値に近いものを算出することである。 ^{14}C 年代の暦年較正には OxCal4.2¹⁾ (較正曲線データ: Intcal13²⁾) を使用した。なお、 1σ 暦年代範囲は、OxCal の確率法を使用して算出された ^{14}C 年代誤差に相当する68.2%信頼限界の暦年代範囲であり、同様に 2σ 暦年代範囲は95.4%信頼限界の暦年代範囲である。カッコ内の百分率の値は、その範囲内に暦年代が入る確率を意味する。グラフ中の縦軸上の曲線は ^{14}C 年代の確率分布を示し、二重曲線は暦年較正曲線を示す。

第4次調査、第5次調査に調査され報告された越高遺跡出土炭化材のAMS ^{14}C 年代測定結果^{3) 4)}をみると、以下の通りである。

PLD-30359	第4次3層 (樹種不明)	5875 ± 25 yr ^{14}C BP
PLD-30360	第4次4層 (マツ属)	6040 ± 20 yr ^{14}C BP
PLD-33072	第5次B地点谷部第3層 (クリ-コナラ節)	6055 ± 25 yr ^{14}C BP
PLD-33073	第5次B地点谷部第4層 (広葉樹?)	6155 ± 25 yr ^{14}C BP

今回測定したNSTK54Aと第4次調査PLD-30360、第5次調査PLD-33072は近い値であり、NSTK54Aの較正年代は4980-4830cal BC (6930-6780cal BP) に含まれる年代である。NSTK66Bおよび100Aは近い値で5300-5050cal BC (100Aでいえば7180-6995cal BP) に含まれる年代のいずれかの可能性が高い。第5次調査のPLD-33073は両者の中間値の測定値を示すが、後者に近い5210-5020cal BC (7160-6970cal BP) に含まれる年代である。

これらの年代は、蔚山市細竹遺跡出土付着物の年代測定結果^{5) 6)}のうち、海洋リザーバー効果の影響が少ないと考えられる外面付着物のうちのKRKTS-6adの 6175 ± 30 yr ^{14}C BPや内面付着物でも $\delta^{13}\text{C}$ 値など安定同位体比から植物性食料残滓の焦げと推定されるKRKTS-7adの 6215 ± 30 yr ^{14}C BPの測定値が今回測定した越高のNSTK66Bおよび100Aの測定結果と近い。一方で細竹遺跡の隆帯文・押捺文土器の殆どは6400～6800 yr ^{14}C BPの測定値を示しており、より古い年代となっている。ただし、それらのうち特に内面付着物は、 $\delta^{13}\text{C}$ 値など安定同位体比から海産物の焦げの可能性が高い例が多く、海洋リザーバー効果の影響により200～400 ^{14}C 年程度古い年代値が測定されている可能性が高い⁶⁾。

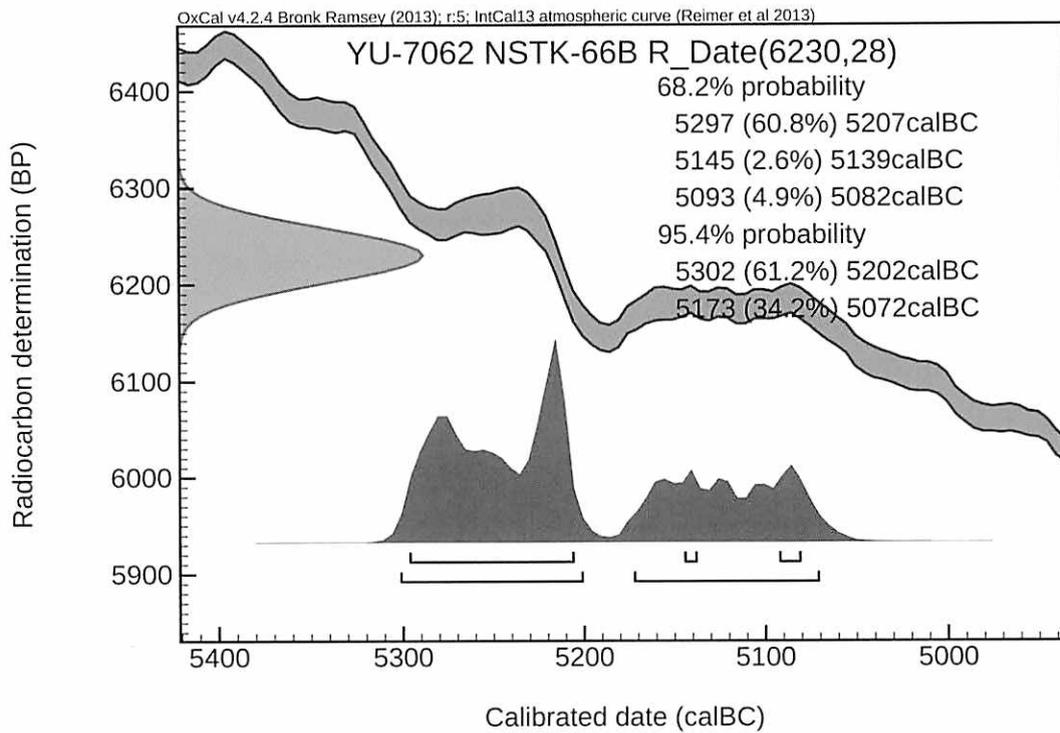
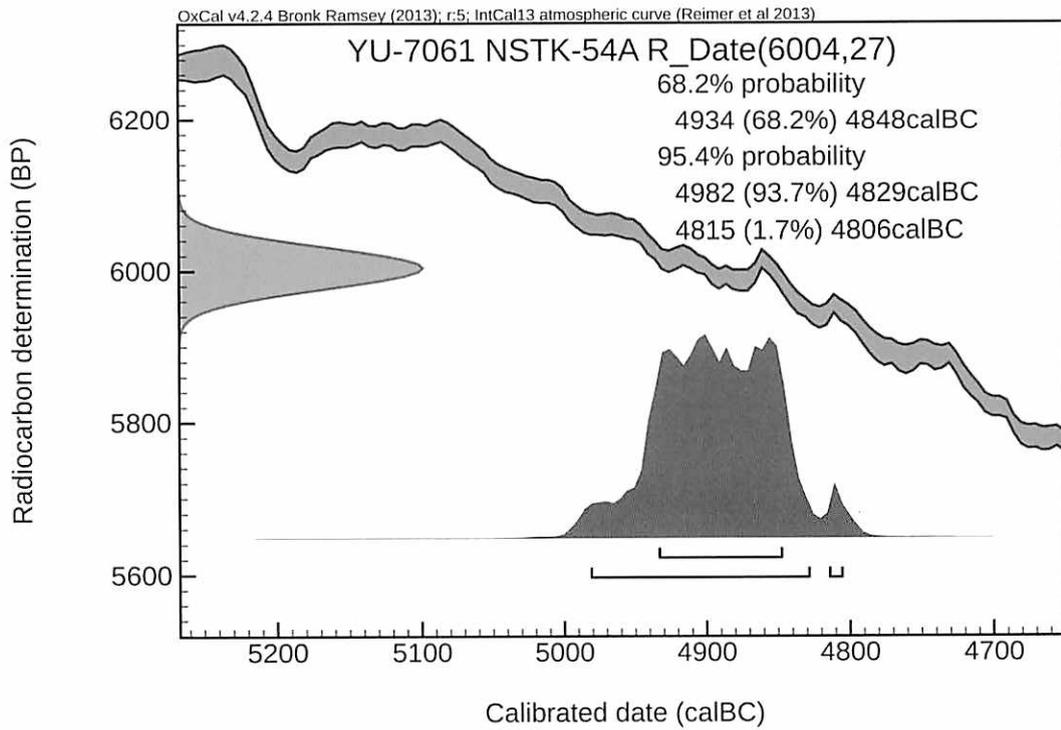
第5次調査の報告において岡田勝幸・豊永結花里は、層位的所見と炭化材の測定結果から、越高I群土器(隆帯文土器)と越高II群土器(隆起線文土器)とで時期差を認め、河仁秀編年⁷⁾に対比させて、前者を東三洞1型～細竹型、後者を細竹型～東三洞2型とした上で、越高II群の時期をPLD-30360・33072の年代からPLD-30359の年代に対置している。今後とも年代値の蓄積が必要である。越高遺跡の土器付着物の測定も試みつつあるので、今後改めて年代的位置づけについて検討を加えていきたい。

謝辞

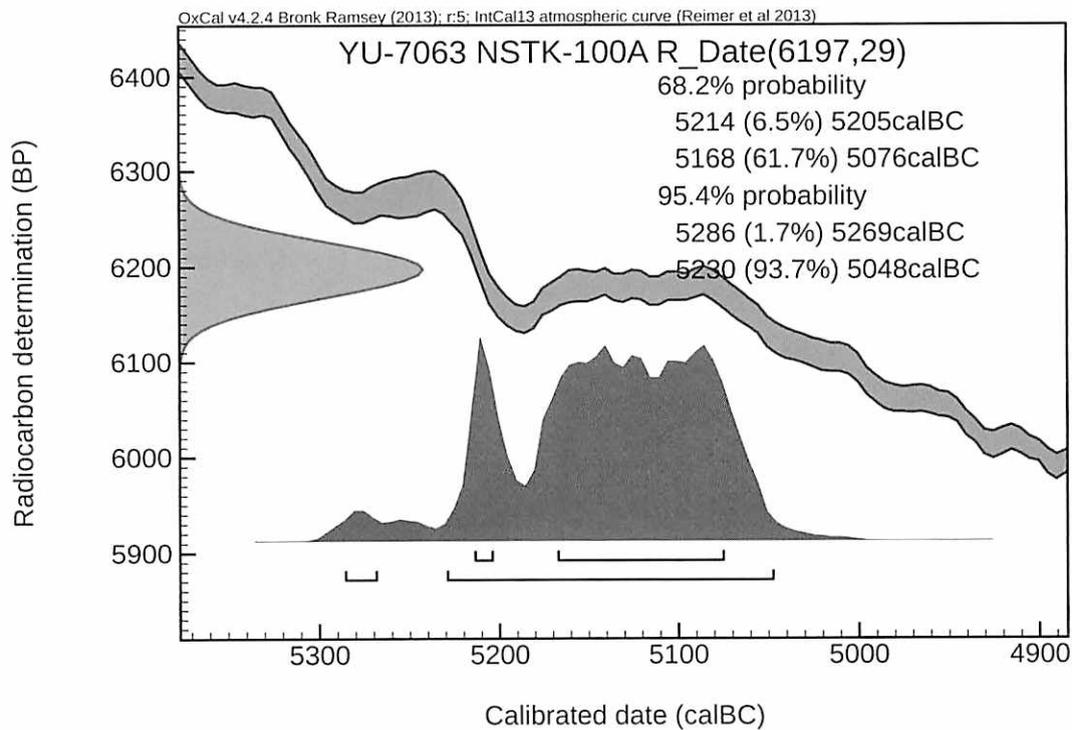
年代測定は、平成 25 年度～平成 29 年度科学研究費助成事業（基盤 B）「炭素 14 年代測定による縄文文化の枠組みの再構築 - 環境変動と文化変化の実年代体系化」（研究代表者小林謙一 課題番号 25284153）の成果である。熊本大学文学部小畑弘己教授には資料について教示を得た。国立歴史民俗博物館坂本稔教授には試料の前処理に際し援助を得た。謝意を表します。

参考文献

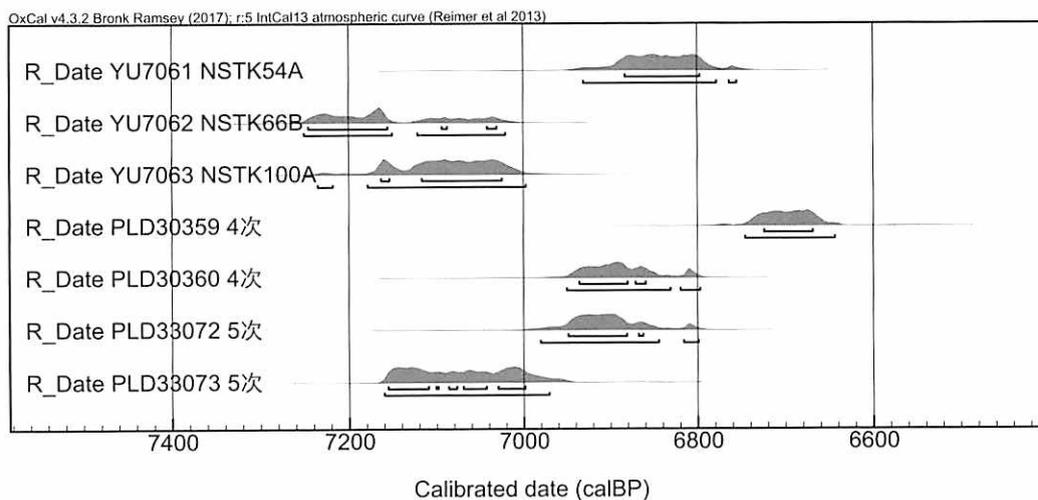
- 1) Bronk Ramsey, C. (2009). Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, 51(1), 337-360.
- 2) Paula J Reimer, Edouard Bard, Alex Bayliss, J Warren Beck, Paul G Blackwell, Christopher Bronk Ramsey, Caitlin E Buck, Hai Cheng, R Lawrence Edwards, Michael Friedrich, Pieter M Grootes, Thomas P Guilderson, Hafliði Hafliðason, Irka Hajdas, Christine Hatt?, Timothy J Heaton, Dirk L Hoffmann, Alan G Hogg, Konrad A Hughen, K Felix Kaiser, Bernd Kromer, Sturt W Manning, Mu Niu, Ron W Reimer, David A Richards, E Marian Scott, John R Southon, Richard A Staff, Christian S M Turney, Johannes van der Plicht, (2013), IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0-50,000 Years cal BP. *Radiocarbon*, 55 (4), 1869-1887.
- 3) 伊藤茂ほかパレオ・ラボ AMS 年代測定グループ 2017 「放射性炭素年代測定」『考古学研究室報告第 52 集 越高遺跡 B 地点』熊本大学文学部考古学研究室
- 4) 岡田勝幸・豊永結花里 2017 「まとめ」『考古学研究室報告第 52 集 越高遺跡 B 地点』熊本大学文学部考古学研究室
- 5) 小林謙一 2012 「韓国新石器時代隆起土器と日本縄文時代早期～前期の年代—蔚山市細竹遺跡出土試料の炭素 14 年代測定—」『中央大学文学部紀要史学』第 57 号, 中央大学文学部
- 6) 小林謙一・工藤雄一郎 2016 「韓国蔚山市細竹遺跡における新石器時代の土器附着炭化物の分析」『国立歴史民俗博物館研究報告』第 200 集
- 7) 河仁秀 2012 「남해안지역 용기문토기의 편년」『한국 신석기문화의 양상과 전개』57-84, 중앙문화재단연구원



第25図 越高遺跡出土試料の較正年代(1)



第 26 図 越高遺跡出土試料の較正年代 (2)



第 27 図 越高遺跡出土試料の較正年代 (3)

3. 越高遺跡B地点 地形・地質調査結果

西山賢一（徳島大学大学院社会産業理工学研究部）

（1）遺跡立地地点の地形

越高遺跡の立地地点は、対馬市北部の西海岸にあたり、遺跡の背後には、標高120～130mの定高性をもつやせ尾根状の丘陵が分布する。越高遺跡A、B地点いずれも水平延長100～200m程度、比高120～130mの小溪流の谷口に位置する。1/2.5万地形図では、谷口付近に沖積錐や段丘は確認できない。現地での地形観察結果では、遺跡立地地点は比高数mの海食崖に位置している。海食崖を刻む溪流の谷口から上方には緩斜面（標高10～30m）が広がっている。この緩斜面は放棄された棚田跡地であり、数段の段差を伴う棚田によって平坦化されている。

2016年6月と9月の現地調査時における遺跡の前面は、汀線までの距離が約5m程度の礫浜であり、基盤である対州層群の砂岩・頁岩の亜円礫～円礫を主体とした、小規模なバーム（汀段）地形の後浜を構成していた。バームは、対州層群起源の砂岩・泥岩の亜円礫を主体とし、空き缶・ペットボトル・ビニール片などの漂着ゴミを含む。筆者の調査後の2016年9月に対馬に接近した台風に伴う暴浪によって、このバームが大きく侵食されるとともに、遺跡部分の土層の一部でも、侵食や土砂の再堆積が生じたことを、2017年9月の現地調査時に確認した（第28図）。なお、バームより陸側には、比高5m程度の海食崖が断続的に分布しており、海食崖には、遺物を包含する礫層が露出するほか、対州層群の砂岩・頁岩互層が露出することも多い。2016年9月の暴浪による侵食は、バームおよび遺跡を含む谷口の非固結堆積物（礫層ならびに人工的な盛土）に限られ、海食崖を構成する対州層群の岩盤には及んでいない。

バームの海側には、干潮時のみ海面上に現れる対州層群の砂岩・泥岩互層の岩盤が分布しており、ベンチ（波食棚）を構成している（第29図）。携帯型レーザー距離計を用いた地形計測の結果、ベンチからバーム上面までの比高は約2mとなった。このことから、ベンチを構成する対州層群の上位に堆積した礫質堆積物の厚さは、最大で数m以下とみなされる。また、遺物を包含する礫質堆積物の下部は、現在の平均的な海水準よりも下位に位置することになる。

（2）越高遺跡B地点の地層断面の記載

2017年に発掘調査が行われた越高遺跡B地点の地質断面の観察結果と、それに基づく地層区分結果について記述する。地層の区分は、前年の2016年に行われた発掘調査に基づく地質断面記載（上位から、I～V層に細分。西山、2017）に準拠した。以下、2016年に掘削されたトレンチを2016年トレンチ、2017年に掘削されたトレンチを2017年トレンチと呼ぶ。2017年9月に観察した2017年トレンチには、谷口から海側に向かう面（以下、谷壁面。第30図）と、それにほぼ直交した海食崖側の面（以下、海食崖面。第31図）の2断面がある。加えて、海食崖前面を面的に掘削して現れた底面も観察した（以下、底面。第32図）。谷壁面と海食崖面の高さは、いずれも最大で約1.2mである。底面の北東部には対州層群の砂岩泥岩互層が出現し、それを覆って薄い礫層が堆積していることが確認された（第33図）。対州層群の走向・傾斜は、N45°E、20°SWであり、周辺地域における対州層群の一般的な姿勢と調和的である。谷壁面と海食崖面のいずれも、主として対州層群の砂岩・頁岩の角礫からなる礫支持型の礫層からなり、基盤岩である対州層群との地質境界は確認できない。た

だし、底面の北東部に対州層群の岩盤が露出することから、確認できたトレンチ基底から礫層までの深さはわずかと推定される。

西山 (2017) では、主として谷壁面の観察に基づいて、これらの地層を、上位から I ~ V 層に五分割した。今回も、基本的にこの層序区分を準用した。以下、各層の特徴に関して記述する。

I 層・・・現在生成途中の土壌層。2017 年に掘削されたトレンチ壁面では、その存在が明瞭ではない。

II 層・・・谷壁面の最下流側にのみ分布する。しばしば亜円礫を含むことと、最大で直径 6 cm に達する発泡スチロール片を混入することから、人工的な盛土、またはバームの侵食に伴う再堆積物のいずれかである。また、発泡スチロール片を含むことから、盛土またはバームの再堆積の時期は 20 世紀後半以降と推定される。

III 層・・・2016 年トレンチ (谷壁面) の主体をなす礫層であるが、2017 年トレンチは、III 層より下位の層準を掘削していると推定され、2017 年トレンチには出現しないと考えられる。なお、2016 年トレンチにおいて、この層に含まれていた炭質物の AMS ^{14}C 年代測定が行われており、 ^{14}C 年代値は 6055 ± 25 BP (1 σ) であり、暦年に較正した値は 6981-6845 cal BP (90.6%) とされている (伊藤ほか、2017)。

IV 層・・・2017 年トレンチの大部分を占めると考えられる。最大厚さ 100cm の礫層で、径 2 ~ 10cm 程度の砂岩・頁岩の角礫を主体とする礫支持型の礫層であり、基質の粗粒砂は III 層よりも少ない。礫層中には、まれに亜円礫が見いだされるとともに、炭質物をしばしば含んでいる。礫層の途中に、厚さ 10cm 程度の砂卓越層を挟在する。礫層の上面付近に、長径約 20cm の砂岩の亜円礫を含む。まれに石英礫を含むことがある。海食崖面の一番海よりの部分には、礫の配列が陸側へ傾斜した覆瓦状構造が認められることがある。なお、この層に含まれていた炭質物の AMS ^{14}C 年代測定結果 (伊藤ほか、2017) によると、 ^{14}C 年代値は 6155 ± 25 BP (1 σ) であり、暦年に較正した値は 7160-6971 cal BP (95.4%) とされている。

V 層・・・2017 年トレンチの下部に露出する。観察できる範囲で厚さ 40cm 程度の礫層であり、径 1 ~ 5 cm の砂岩・頁岩の角礫 (最大径は約 20cm) を主体とした礫支持型で、基質がほとんどない「透かし礫」状を呈する部分がある。個々の礫の配列方向はランダムである。礫層の下限は不明であるが、底面に対州層群の砂岩泥岩互層が出現することから、あとわずかな厚さで岩盤に達すると推定される。

(3) 越高遺跡 B 地点の地層の形成・侵食過程

(2) で述べた層相の特徴に基づけば、越高遺跡 B 地点に見られる礫層は、小渓流の上方斜面から供給された礫が堆積して形成された崖錐性の崩壊堆積物を主体としていると判断される。礫の大半を占める頁岩片は、遺跡周辺の海岸～丘陵斜面に広く分布する対州層群の頁岩に由来するもので、スレーキング (乾湿風化) に起因する頁岩片が露頭から剥離・落下し、水流によって小渓流の谷口に堆積したものと考えられる。谷口までの移動距離が短いため、運搬による円磨は生じず、角礫片のまま堆積したと推定される。

礫層中には、径数 cm の円礫～亜円礫をまれに含まれる。これらの円礫は、その形状が現在のバームを構成する海浜礫と酷似している。溪流上部から短い距離を運搬されたスレーキング起源の礫では、このように円磨されることは考えにくく、これらの円礫の供給源を後背斜面と推定することは困難である。これらの円礫は、前面のバームを構成している海浜礫が、まれな暴浪・高潮などによって陸側に供給されたものか、あるいは人為的に持ち込まれたものか、いずれかと推定される。

伊藤ほか (2017) による年代測定の結果、礫層の堆積年代は、ほぼ完新世中期に該当することが明

らかになった。この時期は、後氷期海進（縄文海進）による最高海水準期にほぼ一致する。日本の多くの地域では、縄文海進による最高海水準は現海面 + 3 m程度とされているが、対馬を含む北西九州の場合、縄文遺跡が満潮位以下に分布する水中遺跡の存在が複数知られている（松岡、1992；中田ほか、1994）。これらの遺跡が水没したおもな理由として、最終氷期の大陸氷床の融解に伴うハイドロアイソスタシーが挙げられている（第34図。中田ほか、1994）。7000年前の対馬西岸の海水準高度は-2 mと推定されている。

越高遺跡の場合、ほぼ完新世中期の高海面期に、小渓流の谷口を埋積する河成礫層が堆積していることになる。礫層の堆積には、完新世中期に生じた高海面期に、ベンチを覆うバームが成長し、谷口を閉鎖的な環境にしたことが影響している可能性がある。更新世末～完新世前期は縄文海進の進行途上にあたるため、特定の海水準が長期間持続することはなかったはずである。一方、完新世中期の高海面期には、1000年オーダーの長期間にわたって海水準の位置がほぼ停滞したため、その海水準に規制されたバームがベンチ上に成長し、谷口を閉塞するかたちで礫層（崩壊堆積物）が堆積したと推定される。ベンチまで含めた越高遺跡の推定される地形・地質断面図を第35図に示す。

なお、長崎県大村湾に位置する伊木力遺跡も、縄文海進期の江線付近に形成されており、最高海面期ごろに発生した土石流による堆積物により、遺構を含む旧地表面が埋積された例が知られている（長岡ほか、1995）。また、伊木力遺跡と、五島列島福江島北部でのボーリング調査では、縄文時代の遺跡に隣接する地点で、完新世中期の海成層が確認されており、完新世における海面変動曲線が求められている（長岡ほか、1995；1997）。

越高遺跡において、完新世中期に堆積した遺物を包含する礫層は、7000年前の海水準が現在より-2 m程度の高さにあったと推定されていることから、礫層の堆積後、海水準は現在に向けてさらに高くなり、バームの侵食と陸側での再成長が断続的に続いた可能性がある。このことは、遺跡を含む河成礫層の侵食と二次的な堆積を引き起こすとともに、最高海面期である現在も侵食と二次的な堆積が進行中とみなされる。実際に、2016年9月の台風接近時に、バームを含む遺跡周辺の土層が大きく侵食される事態が発生したと調和的であり、これまでも、暴浪時に同様の侵食が発生してきたことを示唆する。越高遺跡の海食崖（比高約5 m）は、遺物を包含する崩壊堆積物の堆積後、さらに海進が進んだ際に形成されたものと推定され、この侵食により、崩壊堆積物はかなり失われたと考えられる。すなわち、海食崖が形成される前の崩壊堆積物は、現在のような直立した海食崖をなしておらず、谷口からバーム付近まで伸びるごく小規模な沖積錐状の地形を構成していたものと推定される。

以上のことから、長期的に見た遺跡の保存という観点からは、当遺跡の立地環境は著しく不利な状況にあるといえる。今後も、暴浪時の侵食によって遺跡ならびにその周辺の堆積物が失われる事態が予測されることから、長期的な視点に基づく侵食防止策の検討を進めていく必要がある。

参考文献

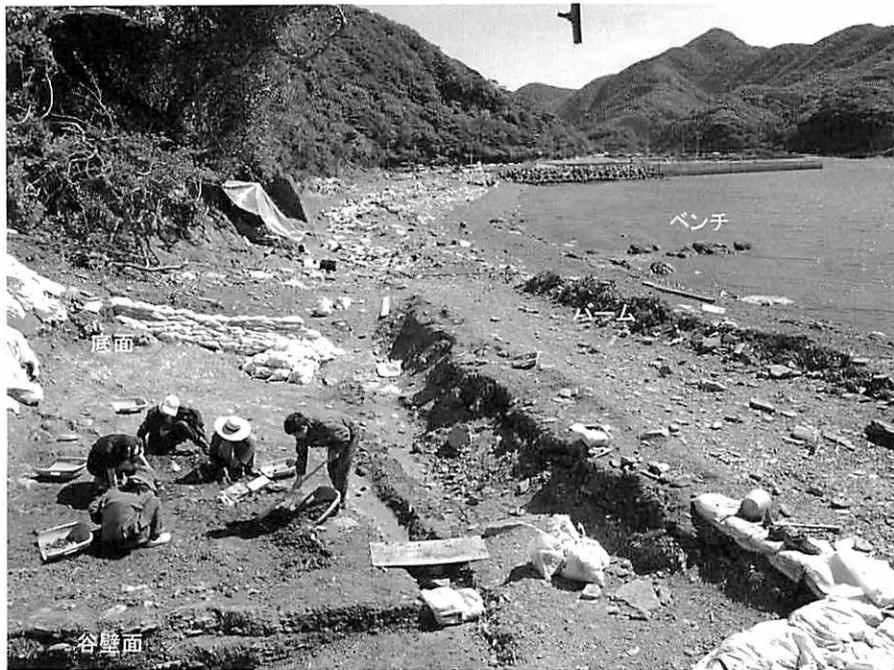
- 伊藤 茂・安昭炫・佐藤正教・廣田正史・山形秀樹・小林絃一・Zaur Lomtadze・黒沼保子（2017）放射性炭素年代測定。考古学研究室報告，52，越高遺跡B地点，熊本大学文学部考古学研究室，28-30。
- 松岡数充（1992）海産バリノモルフ化石群集からみた対馬・三根湾における完新世の沿岸海洋環境の変遷。第四紀研究，31，147-157。
- 中田正夫・前田保夫・長岡信治・横山祐典・奥野淳一・松本英二・松島義章・佐藤裕司・松田 功・三瓶良和（1994）ハイドロアイソスタシーと西九州の水中遺跡。第四紀研究，33，361-368。
- 長岡信治・横山祐典・前田保夫・中田正夫・奥野淳一（1995）長崎県大村湾南岸，伊木力遺跡周辺の沖積層と海面変化。長崎大学教育学

三 自然科学分析

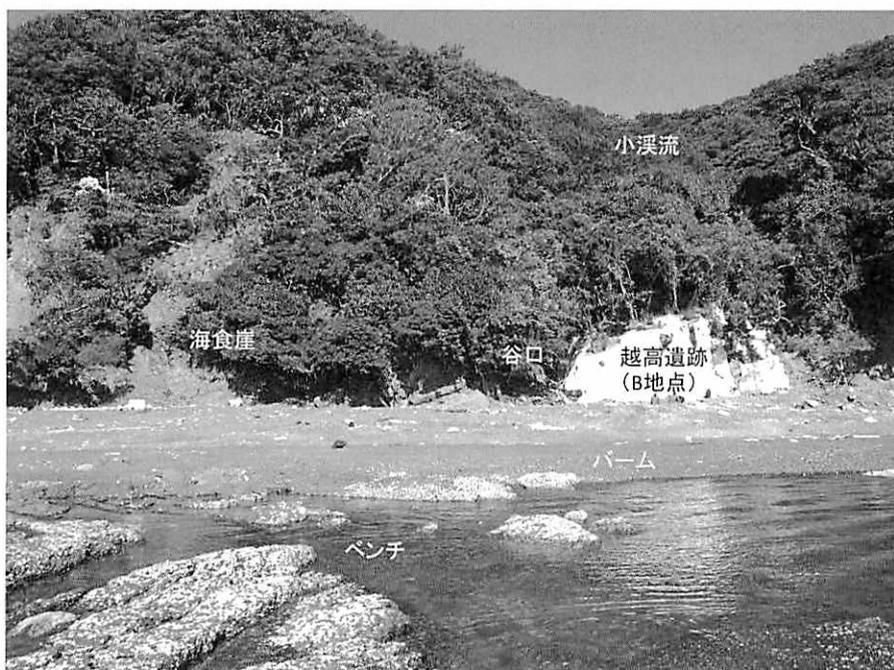
部自然科学研究報告, 53, 27-40.

長岡信治・横山祐典・中田正夫・前田保夫(1997) 五島列島福江島における完新世海面変化と水中縄文遺跡の成因. 長崎大学教育学部自然科学研究報告, 56, 1-11.

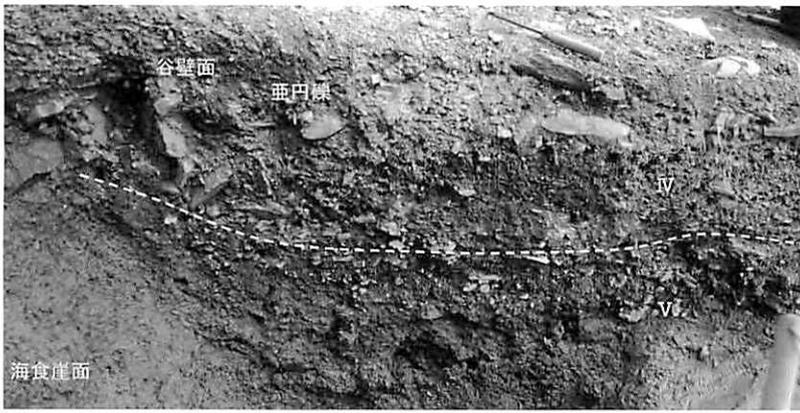
西山賢一(2017) 越高遺跡B地点 地形・地質調査結果. 考古学研究室報告, 52, 越高遺跡B地点, 熊本大学文学部考古学研究室, 36-40.



第 28 図 越高遺跡の地形概要



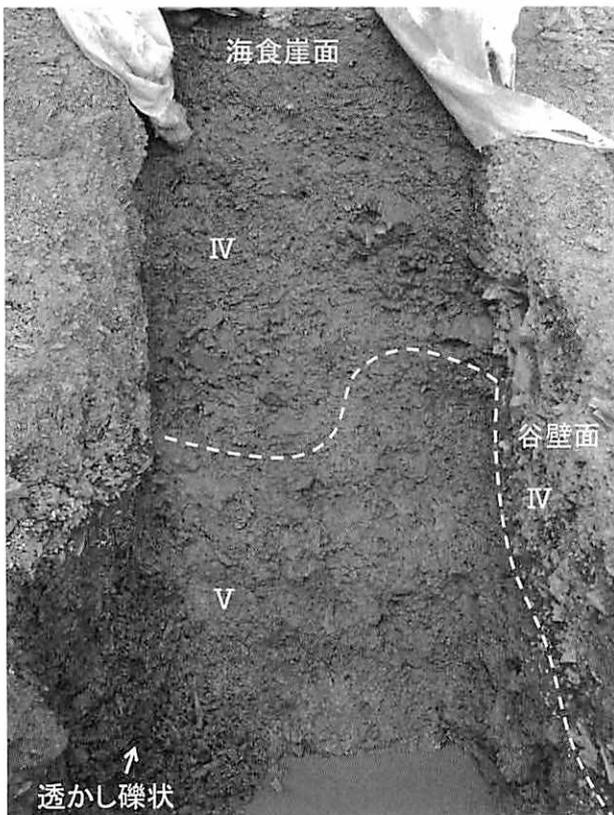
第 29 図 ベンチからみた越高遺跡の立地地形。干潮時に撮影 (撮影地点は、満潮時には水没)



第30図 谷壁面の地質断面（山側）



第31図 谷壁面の地質断面（海側）



第32図 海食崖面の地質断面



第33図 底面に露出した対州層群(ベンチ)

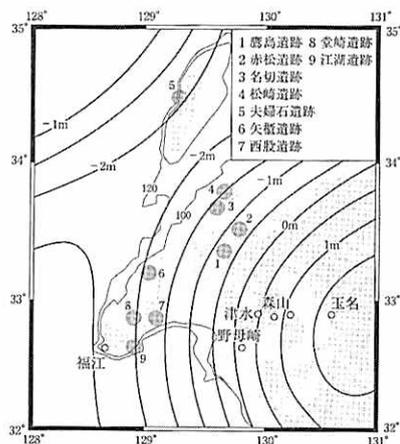
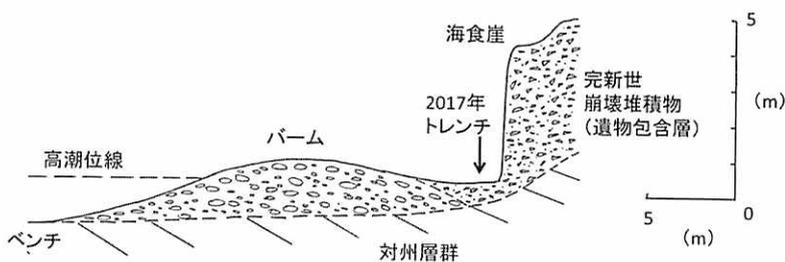


図6 西九州に存在する海底遺跡の種類と、アイソスタシーのモデリングから計算された、7000年前の海岸線の高度分布の等高線(等深線)(Yokoyama et al., 1996; 中田, 2000)

計算された予測値と遺跡の分布はとてもよい一致をみる。

第34図 西九州の水
中遺跡とハイドロア
イソスタシーによっ
て推定された7000年
前の海水準高度(中
田ほか, 1994)



第35図 越高遺跡周辺の
推定地形・地質断面

四 まとめ

越高遺跡A地点の調査 A地点では遺物包含層の海岸部への広がりを確認するため、第4次調査で調査した崖面の前面に幅1m×長さ4mのトレンチを設定し、海岸地表面を掘り下げた。結果的にトレンチ西側は第8層まで、東側は一部第11層まで掘り下げた。この深掘りした部分では海水が湧き出たため、海岸地表面から深さ1.5mほどで掘削を中止した。調査の結果、トレンチ西側で第8層から炉跡を検出した。炉跡を覆う周辺の土層に乱れはないことから、炉跡を検出した面はある時期の生活面もしくは遺構（竪穴住居址など）の床面である可能性が高い。

旧調査との位置関係を比較してみると、第2次調査のトレンチ（第6図）は、本調査のトレンチから南側に約2m隔たった場所に存在していたものと思われる（第10図）。両地点は近接しているため、同様の土層の堆積状況を示しているものと推測し、第2次調査の土層断面図（第7図）上で示された水系（海水準面からの高さ3.49m）および土質・色調を手掛りに本トレンチとの土層対比を行うと、本トレンチ第8層が第2次調査第6層と推定される。これが正しければ、今回の調査によって、第2次調査で報告された無遺物層（第7層：混大礫土層）より下層にも遺物包含層が存在すること、崖面の前面の現海岸部にもそれらが広がることが確認できた点は大きな成果である。

さらに、今回の調査成果で特筆すべきは、A地点の第8層中から炉跡を検出した点である。この炉跡は、規格性のある板石を組んだ構造で、1辺に2個の板石を置いている。ほぼ方形であり、1辺の長さは約1.1mである。炉の床面は焼けており、覆土から土器や骨片などの遺物が出土した。屋外に置かれた炉と考えられるが、狭い調査範囲であり、竪穴住居址などの屋内炉である可能性も否定できない。炉跡から出土した土器はいずれも無文であり、土器型式による時期判定はできないが、遺構周辺には攪乱はなく、同一層内や上下層からは隆起文土器が出土しているため、朝鮮半島新石器時代早期に併行する時期に収まる。炉跡から出土した炭化物の放射性炭素年代値は1 σ 暦年代範囲で4964-4899 cal BC（測定試料名：PLD-35606）、さらには遺構検出面の第8層から出土した炭化物の年代値は4934-4848 cal BC（測定試料名：NSTK-54A）であり、ほぼ同じ年代値を示した。

類似する構造を持つ炉跡は、韓国釜山市東三洞貝塚（国立中央博物館2002）や同凡方貝塚（釜山市博物館2009）で検出されている。東三洞貝塚の炉跡は新石器時代後期～晩期であり、凡方貝塚遺跡の炉跡は越高遺跡とほぼ同時期である。いずれも越高遺跡のものより規模が小さい。炉の平面形態は、東三洞貝塚例は方形、凡方貝塚例は長方形であり、構造的には凡方貝塚例よりも東三洞貝塚例のものに近い。いずれも屋外炉である。日本の縄文時代の炉跡は円形もしくは炉床に石を敷く隅丸方形であるため、今回検出したものとの類似性は認められない。そのため、本炉跡は、朝鮮半島に系譜を持つ炉であると判断できる。

また、第8層下面から0.4m～0.5m下の第10層中から得られた炭化物の年代値は1 σ 暦年代範囲で5168-5076 cal BC（測定試料名：NSTK-100A）であり、後述するB地点第5層の年代（測定試料名：PLD-35605）とほぼ同じ年代値が得られた。このA地点の第9・10層出土土器はB地点第5層と同じ特徴をもち、年代値と整合的である。

越高遺跡B地点の調査 B地点では第5次追加調査（対馬市教育委員会実施）で確認された遺物包含層の面的かつ垂直的な広がりを確認するために、第5次調査の海岸部調査区の崖下前面に調査区を設け、掘り下げた。第5次調査においても一部今回の調査区と重なる地点を掘削しているが、その際

は包含層を検出するに至らなかった。今回、追加調査で掘られたトレンチ東側で包含層を確認し、調査区の西半部において、遺物包含層の面的な広がり把握することができた。また、調査区東半部は厚さ0.5 mほどの攪乱（再堆積）層を除去するとすぐに岩盤が露出し、遺物としては岩盤に貼り付くように石器2点（第23図：7）を検出したにすぎない。この岩盤面は調査区北東部の崖面に露出している岩盤に繋がるもので、この一帯は波浪により岩盤上部の堆積層は浸食され、海岸に打ち上げられた砂礫層で覆われていたことが判明した。

これに対し、調査区西半部、第5次追加調査トレンチと岩盤層の間の部分には厚さ0.2 m～0.3 mの包含層が残存しており、この包含層から多数の土器や石器を検出した。本層から出土した土器付着炭化物（測定試料名：NSTK-66B）と炭化物（測定試料名：PLD-35605）の年代測定値は1 σ 暦年代範囲で5297-5207 cal BCと5166-5077 cal BCであり、130年ほどの幅がある。

この遺物包含層である第5層の下は遺物を含まない礫混じりの土層であり、第5次追加調査トレンチ部分で重機を用いて深く掘り下げたが、2 m下でも岩盤に達することはできなかった。調査区西端から5 m西側には高さ4 mほどの岩盤が露出しており、このB地点は岩盤の亀裂部の谷に土砂や遺物含む土礫層が堆積して形成された遺跡であることが判明した。

また、本調査区の南辺では、第4・5次調査では確認できなかった第3次調査時のトレンチ（第1次調査のトレンチとほぼ同じ位置に設定された）の跡と思われる攪乱部を確認できた。

出土土器の様相と年代観 越高遺跡A地点とB地点から出土した土器は一部その型式（所属）が不明なものを含むが、そのほとんどが韓国南西海岸の新石器時代早期の土器である隆起文土器に属するものと判断した。以下、時期的に古い順に説明を加える。器形には壺形土器や小さな鉢形土器も含まれるが、ほぼ平底の深鉢形土器が主体であった。以下は深鉢形土器を中心に述べる。

本遺跡の土器群はB地点の第5次調査の層位別の出土状況と年代測定値から、大きく2群（越高I群土器・越高II群土器）に分離している。また、年代値は3つのグループにまとめることができた。越高I群土器は刻目隆帯を主文とするもので、口縁部下約2～3 cmのところの1～3条の平行する横帯をもつもの、2本の横帯間を連続する三角形状に1～数条の刻目隆帯で区画したもの、刻目隆帯を波状もしくは斜行するように貼付したものなどがある。隆帯文は断絶するものもあり、端部に豆粒を張り付けたものなどのバリエーションがある。刻目をもたない隆起文がこれらと組み合わせる場合もある。このバリエーションが型式的に区分できるかは今後の課題である。越高II群土器と比較すると器壁が厚いものが多く、大形の深鉢形土器の口縁部は外反せず、口唇断面が直口である点が特徴である。越高II群土器は隆起線や沈線を主文とし、越高I群土器の平行横帯間を充填するものから型式変化したものが主体となる。平行横帯は刻目隆帯や隆起線で構成され、充填部は隆起線が主体である。口縁部は外反気味であり、口唇端部は直口でなく丸くおさめるものや、やや尖り気味となる。越高I群土器の深鉢形土器と比較すると、サイズはやや小さくなり、胴長へと変化する。越高I群土器同様この越高II群土器も数型式を含むものと思われる。型式組列は、充填文は綾杉状のものや垂直平行状に充填の密度が高くなる傾向がある。それにつれ、下部の横帯の喪失、主文の沈線化の傾向が看取できる。それとともに横帯と隆起線は細くなり、充填部の沈線は綾杉文から乱雑な格子状となる。越高I群土器は韓国南海岸隆起文土器編年（河2012）と比較すると、同I期の東三洞1型・細竹1群土器に、越高II群土器は同II期の東三洞2型・細竹2群土器に対比できる。

今回の調査では、B地点出土土器は、隆帯文を基調としたもの（第19～21図：52～54・56～60・63・64・76～84）を主とし、隆起線文（第19図：55・67）2点を含む。文様構成の判断できる

ものは平行文（52～54・58・82～84）、横帯内を区画したもの（59・60）であり、越高Ⅰ群土器と共通する特徴をもつ。第19図：56と第20図：68の刺突文土器に関しては東三洞Ⅰ型土器や細竹Ⅰ群土器にも同様の文様をもつものがあり、越高Ⅰ群土器中の一型式として把握可能であるが、第19図：70の深い条痕をもつ土器については、その型式と所属は不明である。

A地点出土土器は多様な文様をもつ小破片がほとんどであり、その型式的な把握は非常に困難である。層位が明確なものから整理すると、第10層と第9層からは越高Ⅰ群に属すると思われる刻目隆帯文土器（第18図：13・14）が、第8層以上ではそれらに加え越高Ⅱ群の一部である隆帯や隆起線による平行横帯間充填文の土器（第18図：19・21）やそれらが沈線化したもの（第18図：6・11）が認められる。よって、B地点で確認された越高Ⅰ群土器→越高Ⅱ群土器の変遷観がここでも確認されたことになる。これはA地点の第8層（越高Ⅱ群土器）と第10層（越高Ⅰ群土器）から得られた炭素年代値とB地点第5層（越高Ⅰ群土器）の炭素年代値からも裏付けられた。

韓国細竹遺跡の炭素年代測定値（小林2012、小林・工藤2016）と越高遺跡5次調査の炭素年代値の比較によって、隆起文土器前半期の年代値は4つのグループに分かれることが判明した（熊本大学文学部考古学研究室2017）。そのうち第2グループ（ca. 7200-7000 cal BP）が越高Ⅰ群土器の年代幅、第3グループ（ca. 7000-6800 cal BP）・第4グループ（ca. 6800-6600 cal BP）が越高Ⅱ群土器の年代幅ととらえた。今回の年代測定値は、B地点第5層（越高Ⅰ群土器）出土炭化物はca. 7100-7000 cal BP、土器付着炭化物はca. 7250-7150 cal BPという年代値であり、同じくA地点の第10層（越高Ⅰ群土器）出土炭化物はca. 7200-7000 cal BPという年代値であった。これはB地点土器付着炭化物が50年ほど年代値を示してはいるものの、これまでの越高Ⅰ群土器の年代観とほぼ整合的である。一方、越高Ⅱ群土器を示す年代値は、今回の調査のA地点の第8層と炉跡内から得られた炭化物によるca. 6900-6850 cal BPとca. 6900-6800 cal BPである。これらは第3グループの後半の範囲内に収まり、これまでの同群の年代観と整合的である。

越高遺跡の成因について 地形・地質調査によりB地点の第5層に相当する層は後背斜面の上方斜面由来の礫が水流によって流されて堆積してできた地形であることが判明した。この層は角礫が主体であり、層に含まれる円礫は別要因で堆積したと推定されている。また越高遺跡が営まれた7000年前の海水準は現在より2m低いことから、遺跡の堆積層は海進後に海水準の上昇によって削られ、第5次調査の崖面のような海食崖面が形成されたと考えられる。今回のB地点での発掘調査の結果、第1次調査で検出されたような埋葬址はまったく検出できなかった。海水準が現在より2m低いのであれば、遺跡の中心部はより海岸部の方へ広がっていたはずであり、ここに遺構が存在する可能性もある。もう一つの可能性はB地点自身が上から下への時間的な整合性は保ちながら遺物が二次堆積して形成された遺物包含層であり、これまで発見された遺構も本来的なものであったか疑問が残る。西山賢一氏の現場での観察によると第1次調査の土層実測図（第5図）に表記されている焼土は酸化による変色であるという。また、埋葬址2基についてもその検出位置は図面上には示されておらず、共伴したとされる完形土器もそのような状態の土器は遺物中に確認できなかった。これら遺構が本来的なものであったのかという問題は今となっては検証できない。ただし、人骨の一部は確認しており、これらの精査によって何らかの手がかりが得られるかもしれない。

A地点も立地や地質上の条件はほぼ同じであることから、その成因も似たものであったと考えられる。ここではこれまでA・B両地点で検出されていた炉（第8図）とはまったく構造の異なる炉（第16図）を検出し、生活面の一部を把握することができた。この検出レベルと同時期と考えられるB

地点の第3層（越高Ⅱ群土器包含層）の中位との比高差は、約3mとかなり大きく、A地点とB地点を結ぶ旧地形の復元も今後必要である。

越高遺跡の性格 今回A・B両地点の発掘によって、越高Ⅰ群土器と越高Ⅱ群土器を使用した二時期にわたって両地点が同時存在した可能性が高まった。その年代幅は少なく見積もっても7200年前から6800年前の400年間に及ぶ。この越高Ⅰ群土器から越高Ⅱ群土器への変遷は朝鮮半島南海岸地域の遺跡でも確認されているものである。よって、この間に情報の途絶はなかったことを意味する。また、A地点では、同時期の日本列島にはない朝鮮半島に系譜を持つと考えられる炉跡を検出した。これは生活用具の土器ばかりでなく、住まいなどの生活様式が朝鮮半島南部と同じであること、その背景にはそのような生活道具や生活インフラを用いる人が居住していたことを意味する。

今後の課題 今回B地点においては、遺跡の底ともいべき最下層（第5層）を確認した。A地点も含め本遺跡は朝鮮半島新石器時代早期の開始（約7400年前）から200年ほど遅れてその営みが開始された遺跡である。およそ400年間の間、断続的ではあったかもしれないが、韓国新石器時代人と同様の生活様式を持つ人がこの地に居住しながら何らかの活動を行っていた。ただしその目的、活動の内容、居住の規模に関する情報はまったく得られていない。A地点においては炉跡の存在から一帯に生活遺構が存在する可能性が高く、周辺の発掘によって、先の課題に対する何らかの情報を得ることができるかもしれない。また、第2次調査では今回の調査トレンチの第8層より上位から轟式・曾畑式土器に類似した土器が層位的に確認されている。韓国隆起文土器にはあまりみられない条痕調整がみられる土器なども多く出土しており、縄文社会との融合過程を探る手掛かりとなるかもしれない。今回はそれらの一部に相当する第6・7層出土土器については、土器が細片でもあり、十分に検討できなかった。この第8層より上位の土器群に関しては、さらに資料を増やした上で検討したい。今後の発掘調査により、遺跡のさらなる性格究明が行われることに期待したい。 (廣重)

引用・参考文献

- 岡田勝幸・豊水結花里編 2017『考古学研究室報告』第52集 熊本大学文学部考古学研究室
- 小林謙一・工藤雄一郎 2016「韓国蔚山市細竹遺跡における新石器時代の土器付着炭化物の分析」『国立歴史民俗博物館研究報告』第200集 国立歴史民俗博物館：pp.61-82
- 坂田邦洋 1978『韓国隆起文土器の研究』昭和堂印刷出版事業部
- 坂田邦洋 1979『対馬越高尾崎遺跡における縄文前期文化の研究』別府大学考古学研究室報告 第3冊 別府大学考古学研究室
- 田中聡一 1997「韓国新石器時代の隆起文土器について」『先史学・考古学論究』Ⅱ 龍田考古会：pp.355-393
- 田中聡一 2003「日韓新石器時代土器編年の併行関係」『先史学・考古学論究』Ⅳ 龍田考古会：pp.17-34
- 田中健夫 1992『朝鮮通信使と日本人』学生社
- 西健一郎・木村幾多郎 1974「総括」『対馬 浅茅湾とその周辺の考古学調査』長崎県文化財調査報告書 第17集 長崎県教育委員会：pp.394-396
- 東貴之・福田一志編 1998「越高浜遺跡」『県内主要遺跡内容確認調査報告書Ⅰ』長崎県文化財調査報告書 第147集 長崎県教育委員会：pp.21-54
- 山元瞭平編 2016『考古学研究室報告』第51集 熊本大学文学部考古学研究室
- 河仁秀 2002「隆起文土器の成立과 展開」『韓國 新石器時代の環境과 生業』에드웨이：pp.153-165
- 河仁秀 2012「남해안 지역 용기문토기의 원년」
- 하인수 (북천박물관) 2009『凡方遺蹟』부산박물관
- 하인수 2012『東三洞Ⅰ文化層 土器의 點描』
- 福泉博物館 2012『東三洞貝塚 淨化地域 櫛文土器』
- 부산박물관 2007『東三洞貝塚 淨化地域 發掘調査報告書』
- 東國大學校埋藏文化財研究所 蔚山廣域市 2007『蔚山細竹遺蹟Ⅰ』
- 李相均 1994「縄文前期前半期における轟B式土器群の様相 -九州、山陰地方、韓国南岸を中心に-」『東京大学文学部考古学研究室研究紀要』第12号 東京大学文学部考古学研究室：pp.113-167

挿図出典

- | | |
|-------------------------|-------------------------------|
| 第2図 高橋 1992 を再トレース、一部改変 | 第3図 木村幾多郎氏実測、提供 |
| 第4図 坂田 1978 を再トレース | 第5図 坂田 1978 |
| 第6図 坂田 1979 を再トレース | 第7図 坂田 1979 |
| 第8図 坂田 1979 を再トレース | 第9図 山元編 2016 の第9図に測量図を挿入、一部改変 |